中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(1)：1～14（1997）

現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係

II.氮肥用量對稻米容重及品質之影響[1]

賴明信[2]　陳正昌[3]　郭益全[4]　陳治官[3]　李長沛[2]　曾東海[3]　林英俊[2]

摘要：為探討臺灣水稻推廣品種於不同氮肥用量下稻穀容重、糙米容重、碾米品質及白米物理與化學特性之變化，本試驗以四個水稻品種臺農67號、臺稉2號、臺稉6號及臺中秈10號為材料，第一期作施以60、100、140、180 kg N/ha，第二期作施以60、90、120、150 kg N/ha 等四個氮肥處理，於1993及1994年在農試所農場連續進行兩年四期作之田間試驗。結果顯示：第一期作參試三個稉稻品種之稻穀容重及完整米率與施氮量呈直線關係，均隨氮肥施量之增加而降低。臺中秈10號之稻穀容重及完整米率與施氮量分別呈二次及三次曲線關係。而四個參試品種之直鏈澱粉含量及粗蛋白質含量與氮肥施量皆呈直線關係，其中，直鏈澱粉含量隨氮肥施量之增加而減少，但粗蛋白質含量則隨氮肥施量之增加而增高。第二期作四個參試品種之稻穀容重除臺稉2號外，均隨氮肥施量之增加而減少，完整米率及直鏈性澱粉含量與氮肥施量具有線性關係，粗蛋白質含量隨氮肥施量之增加而增加。綜合兩年四期作之資料指出，降低氮肥用量可提高參試稉稻之稻穀容重但降低粗蛋白質含量，而對完整米率與直鏈性澱粉含量之影響因期作而有差異。考量本試驗稻穀產量與稻米品質之資料認為較佳的氮肥施用量，第一期以不超過140 kg N/ha，第二期作以90 kg N/ha 為最適當，增加氮肥用量對稻米品質有負面的影響。

關鍵詞：水稻、氮肥、稻穀容重、糙米容重、稻米品質。

稻米品質係綜合米粒各種理化性質而成之一種複合性狀，一般被歸納成碾米品質、米粒外貌及烹調與食用品質等三大類。此三構成要素主要取決於品種本身之遺傳特性，但產地、成熟期間之溫度與日照及栽培管理等環境因素的影響尤為顯著。郭等(8)即指出期作及地區均會影響稻米之碾米品質及其理化性質。大體上，地區環境包含了土壤質地、成熟期間之溫差及施肥法等，其中僅施肥法可經由人為栽培手段控制。衆所週知，氮素是水稻生產所需元素中最重要者，增施氮肥雖然對稻穀生產貢獻很大，於一定的氮肥用量下，稻穀產量隨施氮量增加而增加，但報告指出富含腐植質或氮土壤所生產之稻米，及產自黏重土壤或生長過度繁茂或倒伏稻株之稻米，品質往往欠佳(14)，而且氮肥施用過量或施用時期不當，穀粒發育會停止，導致死米及乳白米的增加(4)，著色米及斑點米亦會增加(21)。於施用方式上，氮肥一半當基肥另一半當追肥在幼穗分化期施用，其完整米率較一次施用有顯著提高(24)；但品種不同受影響之程度亦不同。一般而言，米粒外觀差者施氮量與米質間無一定趨勢，米粒外觀佳者施氮量愈少米質愈好(9)；而且施氮量對稻米之糙米率、白米率及完整米率有正面的貢獻(1)。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1881號。
2. 本所農藝系助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農藝系助理研究員。臺灣省。臺中縣　霧峰鄉。
4. 本所農藝系副研究員。臺灣省。臺中縣　霧峰鄉。

概略而言，影響稻米烹調及食用的理化性質主要因素為糊化溫度、直鏈性澱粉含量、膠體性質及蛋白質含量。此四種因素雖主要決定於品種本身之遺傳特性，但蛋白質含量及直鏈性澱粉含量受栽培環境影響甚大。郭[6]指出氮肥用量與施用時期、農業化學藥劑之類別與施用、栽培地區、季節年代日照、水分管理、栽培密度及收穫時期等皆為顯著影響米粒蛋白質含量變化較為已知的大環境。許及宋[11]亦指出蛋白質含量低、直鏈性澱粉含量低、膠體軟硬度較高之稻米，其口感較佳。Juliano[19]指出米粒蛋白質含量之變異隨氮肥用量之增加而增大。很多研究報告亦顯示，米粒蛋白質含量隨著氮肥用量增加而相對增加[15,16,17,23]，而且分施比全量基肥施用可得較高的米粒蛋白質含量[15,24]；而施用時期不同粗蛋白質含量亦有變化，抽穗期施用比幼穗分化期施用有較高蛋白質[15]，在成熟期施用將導致植株及穀粒氮素含量增高，若在齊穗期施用氮素3～9g/m，可提高穀粒氮素含量達11～25%[22]。蛋白質含量高低與稻米食味品質有密切關係；相同品種在固定水量下煮飯時，蛋白質含量較高者其米飯較易破碎成片[11]，其米粒較硬、煮飯時之黏性較差及色澤較呈褐色[20]；具體而言，當糙米含氮量超過1.5%或白米蛋白質含量超過 9 %時，食味品質有惡化現象[28]。洪[5]指出穀粒之蛋白質主要散佈在糠層及表層，低蛋白質含量的米可減少煮飯時水進入米粒內部的阻力，而讓米飯易完全均勻的糊化，入口品質會較佳。許及宋[10]亦指出施用穗肥之處理所生產之稻穀其蛋白質之含量較多，以 Texturemeter 測得之硬度數值較大，而Yamashita[27]先前即指出在齊穗期施用氮肥，尤其是在幼穗形成期已施用穗肥者，會降低米飯之食味品質。

雖然環境影響米粒之直鏈性澱粉含量的方式不很清楚[18]，但一般稻穀成熟期間外界之氣溫被認為是影響直鏈性澱粉含量之主要因素；平均氣溫升高，直鏈性澱粉含量降低，但秈稉兩型之反應不一致，而氮肥之增施會導致直鏈性澱粉含量略微降低，施用時期不同則無影響[24]，郭等[7]亦指出品種間及栽培地點間直鏈性澱粉含量之差異顯著。

綜上可知，有關氮肥對複合性狀稻米品質之影響的研究多且詳細，但生產優良品質白米之前提乃需有優良稻穀，而有關氮肥對稻穀容重影響之報告很少。宋等[2]即指出二期作生產之稻穀容積重較第一期作重。而經濟部中央標準局業已就稻穀、糙米及白米分別訂定國家標準，並規定未來生產良質米的稻穀，必須先符合國家標準，影響所及是將來分級收購制度落實以後，稻穀的品質對稻農之所得會有深巨的影響。基此本文擬探討施氮量對稻穀及稻米品質之影響，以供田間栽培管理之參考。

材料與方法

以現行主要推廣品種臺農67號、臺稉 2 號、臺稉 6 號及臺中秈10號等四個品種為材料，分別於1993及1994年二月中旬及七月下旬於臺灣省農業試驗所農場各插植一次，計兩年四個期作。試驗田區採裂區設計，以氮肥為主區，參試品種為副區，三重複。每小區種植八行，每行插植32株，4 ～ 6 本植，行株距30×15公分。肥料主區均以田埂分隔，並有各自之灌排系統，同時氮肥主區每年皆固定，惟主區內之品種每年逢機排列。

田間氮肥處理分為四個等級，分別為第一期60、100、140及180kg/ha，第二期作60、90、120、及150kg/ha。全氮之30%與72kg/ha之磷肥及48kg/ha的鉀肥混合於整地前當作基肥一次施用。全氮之55%於插植後15天及35天分兩次施用，15%則於幼穗形成期時以穗肥施用。田間管理依普通慣行方法施行，病蟲害防治。以22 .55%陶斯松乳劑（1.8L/ha）、45%一品松乳劑（1.0L/ha）、25%歐殺松乳劑（2.0L/ha）、及25%布芬淨粉劑（0.8kg/ha）混合施用，稀釋500倍，一期作於移植後50天及74天，二期作則於22天及52天各噴施一次。成熟適期，每小區逢機收穫10m²置於乾燥箱中一致調製後調查分析品質性狀，包括稻穀容重、糙米容重、碾糙率、碾白率、完整米率以及直鏈性澱粉含量、粗蛋白質含量與膠體軟硬度等八項。而碾米品質項目之測定係參考 Webb *et al.*[25]、Webb[26]及Barber and Barber[13]之標準進行，理化性質則在臺中區農業改良場米質研究室分析。

結　果

一、綜合變方分析

表1爲合併兩年的第一、二期作之稻穀容重、糙米容重、碾米品質及理化性質之綜合變方分析。結果顯示第一期作之稻穀容重、完整米率、直鏈性澱粉含量、粗蛋白質含量及膠體性質對氮肥處理均呈現顯著差異，而糙米容重、糙米率及白米率在氮肥處理間則差異不顯著。所有性狀於不同品種間皆呈極顯著差異。除粗蛋白質之品種與氮肥間交感效應不顯著外，稻穀容重、白米率、完整米率及膠體性質、糙米容重、糙米率及直鏈澱粉含量則呈顯著交感效應，顯示該等性狀因品種不同對氮肥之反應有差異。第二期作之稻穀容重、糙米容重及粗蛋白質含量對氮肥處理呈顯著差異，其他性狀則不呈顯著差異。不同品種間之所有性狀皆呈顯著差異，此結果與第一期作相同。除糙米容重之品種與氮肥處理的交感呈顯著外，其他性狀之品種與氮肥處理的交感效應不顯著，顯示這些性狀對氮肥處理之反應不因品種不同而異。

表 1. 稻米品質性狀之變方分析

Table 1. Analysis of variance for milling quality, physicochemical properties and volume weights of paddy and brown rice.

S. O. V.	DF	Mean Square							
		volume wt. of paddy rice	volume wt. of brown rice	brown rice rate	milled rice rate	head rice rate	amylose content	crude protein content	gel consistency
		1st rice crop							
Year(Y)	1	1,617.04*	96.00	0.55	4.55*	179.85**	148.75**	50.56**	2,161.25**
Block/year	4	123.67*	84.45**	0.20	0.23	8.46**	0.55*	0.12*	13.74
Nitrogen(N)	3	2,336.08**	39.58	0.09	0.65	7.95*	5.80**	8.25**	92.61**
Y×N	3	186.40	50.41	1.27**	0.82	20.51**	2.20*	0.98**	152.84**
N×Block/year	12	62.98	22.66	0.10	0.27	1.51	0.38*	0.10**	15.04*
Variety(V)	3	357.25**	3,217.91**	62.81**	48.87**	89.33**	8.20**	0.64**	103.36**
Y×V	3	234.12**	78.41**	0.08	0.13	21.69**	11.02**	0.02	16.73*
V×N	9	161.11**	35.22*	0.32*	0.75**	35.40**	0.44*	0.02	22.29**
Y×V×N	9	30.44	23.09	0.11	0.17	19.77**	0.82**	0.03	19.79**
Error	48	42.85	15.08	0.12	0.25	1.75	0.19	0.03	5.98
		2nd rice crop							
Year(Y)	1	1,001.04*	1,357.51**	5.36**	0.58	2.37	2.50	30.11**	14,889.70**
Block/year	4	66.63	7.44	0.25	0.34	2.70*	13.69**	0.11	110.94**
Nitrogen(N)	3	512.41**	11.48*	0.25	0.27	1.08	0.67	4.63**	14.96
Y×N	3	34.51	31.28	0.32	0.29	1.73	1.46	0.04	10.35
N×Block/year	12	35.37	11.23	0.21	0.36	0.94	0.51**	0.07	25.51
Variety(V)	3	1,969.86**	4,301.01**	76.60**	78.56**	56.16**	2.06**	2.04**	390.20**
Y×V	3	551.01**	18.37	0.70*	3.35**	9.01**	2.33**	0.23	1.49
V×N	9	36.81	31.43*	0.15	0.18	1.00	0.21	0.04	6.81
Y×V×N	9	23.26	29.55*	0.21	0.26	0.54	0.31	0.14	33.99
Error	48	28.24	12.26	0.24	0.24	0.79	0.16	0.11	18.37

*,** significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

二、施氮量對稻米品質之影響

爲瞭解施氮量對各性狀之影響，進一步就各別品種之性狀於不同氮肥用量處理下的反應進行分析，表 2 爲第一、二期作各品種之稻穀容重、糙米容重及稻米品質於不同施氮量的反應。由表顯示第一期作稻穀容重隨施氮量增加而減輕，除臺農67號於施氮量100kg/ha時明顯高於140kg/ha 時外，其他品種之上述兩處理間差異不顯著，除臺稉 2 號外都明顯高於施氮量180kg/ha之處理。糙米容重於臺稉 2 號及臺中秈10號施氮量間差異不顯著，而臺農67號及臺稉 6 號則隨施氮量增加而減少，以施氮量60kg/ha 時所得最高，明顯高於施氮量180kg/ha。糙米率在臺稉 2 、 6 號施氮量間差異不顯著，臺農67號在施氮量100kg/ha時最高，臺中秈號於施氮量180kg/ha時最高。白米率在臺稉 6 號施氮量間差異不顯著，臺農67號及臺稉 2 號在施氮量140kg/ha以下的處理差異不顯著，但皆高於施氮量180kg/ha，而臺中秈10號在施氮量140kg/ha以上的處理差異不顯著，但高於施氮量100kg/ha以下之處理。完整米率之差異因品種及施氮量之反應走勢不相同，臺農67號隨施氮量增加遞減，臺稉 2 、 6 號於施氮量100kg/ha時最高，施氮量140kg/ha以上之處理差異不顯著，臺中秈10號在施氮量140kg/ha以上表現明顯較佳。直鍊性澱粉含量於所有參試品種在100kg/ha以下之處理明顯高於140kg/ha以上之處理，參試稉型品種以施氮量100kg/ha時最高，臺中秈10號以在施氮量60kg/ha時最高。粗蛋白質含量隨施氮量增加而增加，施氮量140kg/ha以上之處理明顯高於施氮量100kg/ha以下之處理，而且當施氮量由140kg/ha增加至180kg/ha時，臺農67號及臺中秈10號於180kg/ha之粗蛋白質含量明顯提高。膠體性質受施氮量影響，除臺稉 2 號在氮肥處理間差異不顯著外，其他品種在施氮量100kg/ha以下之處理明顯高於施氮量180kg/ha之處理。

第二期作之結果如表 2 所示。稻穀容重於臺稉 2 號在氮肥處理間差異不顯著，而臺農67號、臺稉 6 號及臺中秈10號隨施氮量增加遞減。糙米容重於各參試品種對施氮量的反應，臺稉 2 號及臺中秈10號在氮肥處理間差異不顯著，臺農67號及臺稉 6 號皆以在施氮量60kg/ha時最高。臺稉 6 號及臺中秈10號在施氮量間差異不顯著，雖然臺農67號及臺稉 2 號在處理間差異顯著，但差距值不超過百分之一。白米率於參試品種在氮肥處理間差異不顯著；完整米率除臺農67號在施氮量150kg/ha較低外，其他品種在施氮量間差異均不顯著。直鏈性澱粉含量對施氮量之反應，臺農67號、臺稉 6 號及臺中秈10號在施氮量間差異不顯著，臺稉 2 號於施氮量90kg/ha以上之處理差異亦不顯著。粗蛋白質隨施氮量增加而增加，除臺稉 2 號在施氮量120kg/ha及150kg/ha差異顯著外，其他品種在上述兩處理間皆呈差異不顯著。膠體性質於所有參試品種在氮肥處理間差異不顯著。

由於第一、二期作之粗蛋白質含量及第二期作之稻穀容重、糙米率、白米率、完整米率、直鏈性澱粉含量及膠體性質等性狀的品種與施氮量間不具有交感效應，可針對氮肥或品種處理主效應進行比較，以進一步瞭解平均所有參試品種之各性狀受施氮量的影響，以及不考慮氮肥施用量下各品種之綜合表現之差異。表 3 爲不同品種或氮肥處理等級下品質性狀平均值之比較，由表顯示第一期作粗蛋白質含量於平均所有參試品種對氮肥之綜合表現，隨施氮量增加而明顯遞增，以臺中秈10號的表現明顯高於其他品種，臺農67號次之，臺稉 2 、 6 號最低。第二期作稻穀容重於平均所有參試品種隨氮肥增加明顯遞減，施氮量90kg/ha以下之處理差異不顯著，各品種之綜合表現以臺中秈10號表現最差，其他品種差異不顯著。糙米率及白米率於平均所有參試品種在施氮量間差異不顯著，各品種之綜合表現兩者皆以臺稉 2 號表現最佳，臺農67號次之，臺中秈10號表現最差；完整米率於平均所有參試品種在施氮量間差異不顯著，各品種之綜合表現以臺農67號及臺稉 2 號表現最佳，臺稉 6 號次之，臺中秈10號最差。直鏈性澱粉含量於平均所有參試品種在施氮量間差異亦不顯著，以臺稉 6 號及臺中秈10號之平均含量最高，臺農67號次之，臺稉 2 號最低。粗蛋白質含量於平均所有參試品種隨施氮量增加而增加，以臺中秈10號最高，臺農67號及臺稉 2 號次之，臺稉 6 號最低。膠體性質於平均所有參試品種在施氮量間差異不顯著，測定值以臺稉 2 、 6 號表現最高，臺農67號次之，臺中秈10號最低。

表 2. 第一、二期作各別品種之不同氮肥等級的稻米品質平均值

Table 2. Means of rice quality for rice cultivars under different nitrogen rates in the two rice crops.

Varitey	Nitrogen rates (kg/ha)	Volume wt. of paddy rice (g/l)	Volume wt. of brown rice (g/l)	Brown rice rate (%)	Milled rice rate (%)	Head rice rate (%)	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Gel consistency (mm)
				1st rice crop					
Tainung 67									
	60	553.1a	823.5a	82.0ab	73.0a	67.0a	18.3ab	6.4b	81.7a
	100	544.8a	821.3ab	82.2a	73.1a	66.0ab	18.6a	6.8c	80.1ab
	140	531.0b	817.6bc	81.8b	73.0a	65.3b	17.5bc	7.5b	77.9bc
	180	516.5c	815.0c	81.8b	72.4b	63.0c	17.3c	7.9a	76.4c
	L.S.D.	9.1	4.4	0.3	0.3	1.0	0.7	0.3	2.7
Taikeng 2									
	60	542.3a	819.5a	81.4a	73.1ab	68.5ab	18.1a	6.3c	79.7a
	100	535.5b	819.0a	81.6a	73.4ab	68.9a	18.3a	6.7b	82.1a
	140	530.1bc	822.0a	81.7a	73.5a	67.8ab	17.3b	7.4a	80.3a
	180	525.0c	819.0a	81.2a	72.6b	67.1b	17.5b	7.5a	78.5a
	L.S.D.	5.6	7.0	0.6	0.8	1.5	0.4	0.3	4.3
Taikeng 6									
	60	540.8a	811.5a	81.0a	71.2a	64.7ab	17.8a	6.2c	78.9ab
	100	530.8ab	809.1ab	81.2a	71.4a	65.2a	17.8a	6.8b	81.0a
	140	525.5b	808.3ab	81.1a	71.3a	63.6ab	17.5ab	7.3a	79.4ab
	180	513.3c	805.6b	80.9a	71.2a	62.6b	17.3b	7.5a	76.5b
	L.S.D.	11.6	5.0	0.5	0.8	2.1	0.4	0.3	4.1
Taichung Sen 10									
	60	533.3a	794.5a	78.1b	69.7b	63.3b	17.5a	6.7d	79.4a
	100	533.0a	793.6a	78.1b	69.8b	58.9c	17.1a	7.1c	77.5ab
	140	530.0a	796.0a	78.3ab	70.5a	66.4a	15.9b	7.6b	74.2b
	180	522.6b	796.8a	78.8a	70.6a	67.2a	16.1b	7.9a	70.5c
	L.S.D.	3.5	4.2	0.5	0.4	1.4	0.8	0.3	3.4
	Mean	531.7	810.8	80.7	71.9	65.3	17.5	7.0	78.4
				2nd rice corp					
Tainung 67									
	60	534.5a	816.5a	82.1ab	74.0a	71.4a	19.1a	7.4b	71.1a
	90	529.5ab	812.5b	82.0b	73.7a	71.0ab	19.4a	7.7b	67.5a
	120	526.8b	814.3ab	82.1ab	74.1a	71.3ab	19.4a	8.2a	68.8a
	150	524.8b	814.6ab	82.3a	74.3a	70.3b	19.6a	8.4a	68.4a
	L.S.D.	5.3	3.4	0.3	1.0	1.1	0.6	0.3	6.1
Taikeng 2									
	60	529.5a	824.3a	8.2b	75.0a	71.5a	18.7b	7.4d	73.7a
	90	528.5a	826.1a	82.7ab	75.2a	71.5a	18.9ab	7.9c	72.0a
	120	530.3a	828.0a	82.7ab	75.2a	71.4a	19.5a	8.2b	70.0a
	150	524.6a	823.3a	83.1a	75.3a	71.4a	19.2ab	8.6a	72.0a
	L.S.D.	6.7	4.9	0.4	0.6	0.5	0.8	0.3	4.5
Taikeng 6									
	60	536.1a	817.5a	81.7a	73.5a	69.8a	19.4a	7.2b	73.4a
	90	533.0a	809.5b	81.6a	73.1a	70.9a	19.6a	7.3b	71.9a
	120	532.1a	816.1a	81.8a	73.5a	70.6a	19.7a	7.8a	73.1a
	150	521.5b	812.3b	81.5a	73.2a	70.0a	19.7a	8.2a	74.3a
	L.S.D.	7.3	3.4	0.7	0.8	1.5	0.4	0.4	6.3
Taichung Sen 10									
	60	518.0a	794.6a	78.6a	70.8a	67.5a	19.7a	7.9b	63.8a
	90	512.3a	795.0a	78.7a	70.9a	68.0a	19.8a	8.2ab	63.6a
	120	512.0a	792.1a	78.6a	71.1a	68.3a	19.9a	8.6a	64.4a
	150	502.8b	791.6a	78.9a	70.7a	68.2a	19.5a	8.7a	64.6a
	L.S.D.	6.9	4.8	0.8	0.8	2.2	0.6	0.5	6.0
	Mean	511.3	811.8	81.3	73.4	70.2	19.4	8.0	69.5

Means followed by same letters are not significantly different at 0.05 level.

表 3. 第一、二期作品種或氮肥之稻米品質平均值

Table 3. Means of rice qaulity under different rice cultivars or nitrogen rates in the two rice crops.

Treatment	Volume wt. of paddy rice (g/l)	Volume wt. of brown rice (g/l)	Brown rice rate (%)	Milled rice rate (%)	Head rice rate (%)	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Gel consistency (mm)
				1st rice crop				
Nitrogen (kg/ha)								
60	542.4a	812.2a	80.6a	71.7ab	65.9a	17.9a	6.4d	79.9a
100	536.0b	810.7ab	80.8a	71.9ab	64.7b	17.9a	6.8c	80.2a
140	529.1c	811.0ab	80.7a	72.1a	65.8a	17.1b	7.4b	76.3b
180	519.3d	809.1b	80.7a	71.7b	64.9b	17.1b	7.7a	77.1b
L. S. D.	5.0	3.0	0.2	0.3	0.8	0.4	0.2	2.4
Variety								
Tainung 67	536.3a	819.3a	81.9a	72.9a	65.3b	17.9a	7.1b	79.0a
Taikeng 2	533.2ab	819.8a	81.5b	73.2a	68.1a	17.8ab	7.0c	80.2a
Taikeng 6	527.6c	808.6b	81.0c	71.3b	64.0c	17.6b	7.0 c	78.9a
Taichung Sen 10	529.7bc	795.2c	78.3d	70.1c	63.9c	16.6c	7.3a	75.4b
L. S. D.	3.8	2.3	0.2	0.2	0.7	0.2	0.1	1.4
				2nd rice crop				
Nitrogen(kg/ha)								
60	529.5a	813.2a	81.2a	73.3a	70.0a	19.2a	7.5d	70.5a
90	525.8ab	810.7bc	81.3a	73.2a	70.3a	19.4a	7.8c	68.7a
120	525.3b	812.6ab	81.3a	73.5a	70.4a	19.6a	8.2b	69.8a
150	518.4c	810.5c	81.4a	73.4a	70.0a	19.5a	8.5a	69.1a
L. S. D.	3.7	2.1	0.3	0.4	0.6	0.5	0.2	3.2
Variety								
Tainung 67	528.9a	814.5b	82.1b	74.0b	71.0a	19.4b	7.9b	68.9b
Taikeng 2	528.2a	825.4a	82.7a	75.2a	71.4a	19.0c	8.0b	71.9a
Taikeng 6	530.7a	813.8b	81.7c	73.3c	70.3b	19.6ab	7.6c	73.2a
Taichung Sen 10	511.2b	793.3c	78.7d	70.9d	68.0c	19.7a	8.3a	64.1c
L. S. D.	3.1	2.0	0.3	0.3	0.5	0.2	0.2	2.5

Means followed by same letters are not significantly different at 0.05 level.

三、氮肥之效應反應

進一步就各試驗品種的性狀對氮肥用量之關係求配反應模式，圖 1 爲第一期作不同參試品種之各個調查性狀對氮肥處理之反應曲線。參試稉型品種之稻穀容重（圖1-A）對施氮量呈直線關係，迴歸係數爲負值，而臺中秈10號對施氮量呈二次曲線反應，而且各反應模式的決定係數皆在或高於百分之五十左右。臺農67號及臺稉 6 號之糙米容重（圖1—B）對施氮量呈直線關係，迴歸係數爲負值，顯示施氮量越多糙米容重越輕，但決定係數偏低，而臺稉 2 號及臺中秈10號之糙米容重與施氮量不具線性關係。糙米率（圖1-C）對施氮量之反應，唯有臺中秈10號呈直線關係，隨施氮量增加遞增，其他稉型參試品種對施氮量不呈線性關係。施氮量對白米率（圖1-D）之影響，臺農67號及臺稉 2 號呈二次曲線關係，臺中秈10號呈直線關係，臺稉 6 號則不呈線性關係；各品種之完整米率（圖1-E）對施氮量的反應，參試稉稻品種雖皆呈直線關係，迴歸係數皆爲負值，但決定係數皆偏低，臺中秈10號則呈三次曲線反應；所有品種之直鏈性澱粉含量（圖1-F）與施氮量皆呈直線關係，迴歸係數皆爲負值，顯示在本試驗氮肥處理範圍內，施氮量愈高直鏈性澱粉含量愈低，唯決定係數皆偏低。所有參試品種之粗蛋白質含量（圖1-G）與施氮量呈直線關係，迴歸係數爲正值，即粗蛋白質含量隨施氮量增加遞增，只是決定係數亦偏低。各品種之膠體性質（圖1-H）受施氮量之影響，臺農67號呈直線關係，臺稉 6 號則呈二次曲線關係，臺中秈10號呈三次曲線關係，臺稉 2 號則不具有線性關係。

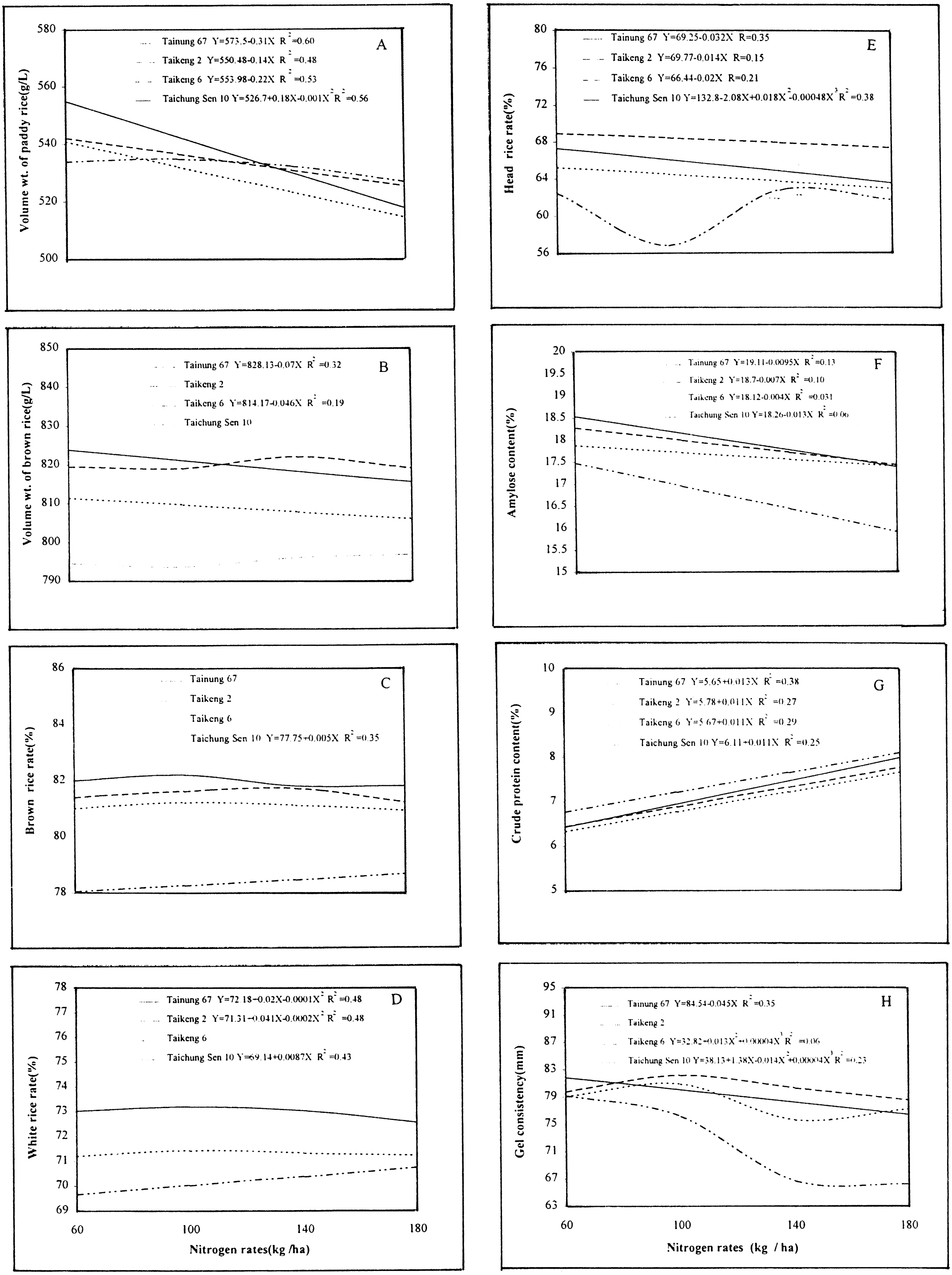

圖 1. 第一期作氮肥處理對碾米品質理化性質及稻穀與糙米容重之影響

Fig. 1. Effect of nitrogen application on milling quality, physicochemical properties and volumn weights of paddy and brown rice in the 1st rice crop.

圖 2 爲第二期作不同參試品種之調查性狀對氮肥處理之反應曲線。施氮量與稻穀容重（圖2-A）之關係，除臺稉 2 號不具線性關係外，臺農67號、臺稉 6 號及臺中秈10號皆呈直線關係，回歸係數皆呈負值。施氮量對糙米容重（圖2-B）之影響，除臺稉 6 號呈三次曲線關係外，其他参試品種皆不具線性關係。施氮量對糙米率（圖2-C）之影響，臺農67號及臺稉 2 號呈直線關係，迴歸係數爲正值，臺稉 6 號及臺中秈10號則無線性關係。所有参試品種之白米率（圖2-D）、完整米率（圖2-E）、直鏈性澱粉含量（圖2-F）及膠體性質（圖2-H）與施氮量皆不具有線性關係。所有品種之粗蛋白質含量（圖2-G）與施氮量呈直線關係，迴歸係數爲正值，此結果與第一期作之結果相同（圖1-G）。

四、品質性狀間之相關性

雖然上述已就各品種之性狀受施氮量影響的反應曲線進行探討，然而並無法瞭解各調查之品質性狀受氮肥處理影響下，彼此互動的關聯性，尤其是稻穀容重及完整米率與各性狀之關係，基此，進一步就調查性間進行相關性分析。表 4 爲參試稉型稻之碾米品質、理化性質、稻穀容重及糙米容重及碾米品質性狀（糙米率、白米率及完整米率）呈顯著正相關，與理化性質中的粗蛋白質含量呈顯著負相關。完整米率與糙米容量、白米率、糙米率、直鏈性澱粉含量及膠體性質呈顯著正相關。直鏈性澱粉含量、粗蛋白質含量及膠體性質等性狀彼此間呈顯著正相關。第二期作稻穀容重與鏈性澱粉含量呈顯著負相關，與其他性狀相關係數不顯著。完整米率與糙米率及白米率呈顯著正相關，與其他性狀之相關係數則呈不顯著，直鏈性澱粉含量與膠體性質呈顯著負相關，粗蛋白質含量與膠體性質呈顯著正相關。表 5 爲第臺中秈10號之碾米品質、理化性質、稻穀容重及糙米容重的相關係數，由表顯示第一期作稻穀容量與碾米品質性狀呈顯著負相關，與粗蛋白質含量亦呈顯著負相關。完整米率與白米率、直鏈性澱粉含量及粗蛋白質含量呈顯著正相關。直鏈性澱粉含量、粗蛋白質含量及膠體性質等性狀彼此間之相關係數呈顯著正相關。參試稉稻品種之稻穀容積重越重所得之完整米率越高，臺中秈10號恰與其相反，此差異可能與粒形長短有關。第二期作稻穀容重與糙米容重、白米率、完整米率及膠體性質呈顯著正相關。完整米率與糙米容重呈顯著正相關，與白米率、粗蛋白質含量及膠體性質顯著正相關。粗蛋白質含量與膠體性質呈顯著正相關。

表 4. 參試稉型品種之碾米品質、理化性質及稻穀容重間的相關性

Table 4. Correlations among milling quality, physicochemical properties and volume weights of paddy and brown rice in japonica rice in the two rice crops.

Source			(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
Volume weight	(A)	1st	1.00							
of paddy rice		2nd	1.00							
Vloume weight	(B)	1st	0.51**	1.00						
of brown rice		2nd	0.08	1.00						
Brown rice	(C)	1st	0.42**	0.51**	1.00					
rate		2nd	−0.15	0.29*	1.00					
Milled rice	(D)	1st	0.28*	0.65**	0.70**	1.00				
rate		2nd	−0.12	0.51**	0.92**	1.00				
Head rice rate	(E)	1st	0.29*	0.47**	0.34**	0.72**	1.00			
		2nd	0.11	0.23	0.45**	0.45**	1.00			
Amylose content	(F)	1st	−0.04	0.16	0.07	0.31**	0.47**	1.00		
		2nd	−0.31**	−0.23	−0.03	−0.09	−0.16	1.00		
Crude protein	(G)	1st	−0.72**	−0.15	−0.20	0.10	0.05	0.46**	1.00	
content		2nd	−0.21	0.50**	−0.17	−0.02	−0.08	−0.10	1.00	
Gel consistency	(H)	1st	−0.05	0.12	0.11	0.26*	0.41**	0.72**	0.33**	1.00
		2nd	0.21	0.48**	−0.43**	−0.26	−0.14	−0.29*	0.66**	1.00

*,** significant at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

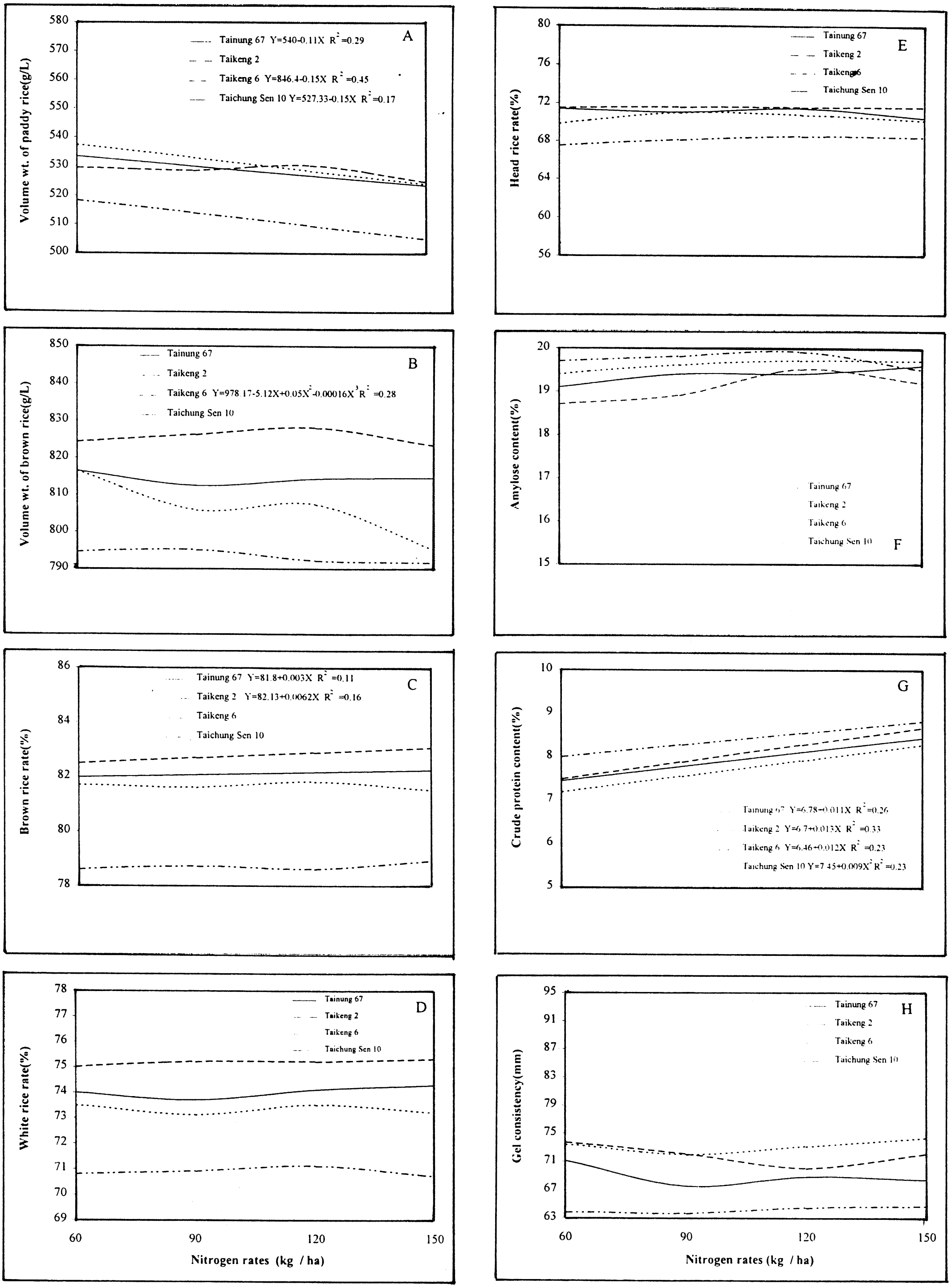

圖2. 第二期作氮肥處理對碾米品質理化性質及稻穀與糙米容重之影響

Fig. 2. Effect of nitrogen application on milling quality, physicochemical properties and volumn weights of paddy and brown rice in the 2nd rice crop.

表 5. 臺中秈10號之碾米品質、理化性質及稻穀容重間的相關性

Table 5. Correlations among milling quality, physicochemical properties and volume weights of paddy and brown rice in the taichung sen 10 in the two rice crops.

Source			(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)
Volume weight	(A)	1st	1.00							
of paddy rice		2nd	1.00							
Vloume weight	(B)	1st	−0.11	1.00						
of brown rice		2nd	0.66**	1.00						
Brown rice	(C)	1st	−0.46*	0.40	1.00					
rate		2nd	−0.08	−0.23	1.00					
Milled rice	(D)	1st	−0.50*	−0.20	0.38	1.00				
rate		2nd	0.64**	0.55**	0.43*	1.00				
Head rice rate	(E)	1st	−0.54*	−0.11	0.32	0.63**	1.00			
		2nd	0.63**	0.44*	0.26	0.81**	1.00			
Amylose content	(F)	1st	0.03	−0.60	−0.24	0.18	0.45*	1.00		
		2nd	0.03	−0.34	0.47*	0.02	−0.17	1.00		
Crude protein	(G)	1st	−0.54**	−0.45*	0.11	0.74**	0.62**	0.55**	1.00	
content		2nd	0.24	0.20	0.25	0.58**	0.66**	0.11	1.00	
Gel consistency	(H)	1st	0.03	−0.61**	−0.29	0.02	0.25	0.93**	0.46**	1.00
		2nd	0.73**	0.54**	−0.11	0.57**	0.70**	−0.03	0.61**	1.00

*, ** significant at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively.

討　論

近年來臺灣國民對食米的要求已不再只是單純的「吃得飽」，而是要「吃得好」、「吃得巧」，再加以消費習性改變，國人對稻米的需求量逐年減少，而外銷受限，導致稻米生產過剩、倉容不足等問題產生，形成本省農政上莫大困擾。為因應稻米消費由量的時代轉變為質的時代，政府已展開一連串生產銷售的改進工作，包括資助農業改良場所針對稻米品質進行品種選育，對適合生產優良稻米的地區進行規劃，並訂定銷售小包裝白米三級分級標準等等。經濟部中央標準局更於84年對稻穀、糙米及白米訂定新標準，並規定生產之稻米依 CNS 標準檢驗，合乎一等稻穀、一及二等糙米與一及二等白米之標準者，方有進入評定良質米的資格，這一切措施皆為落實建立分級收購制度，任何一位生產者對此一趨勢都應有所瞭解與認知。

長期以來，農民為提高純收益皆以栽種抗病蟲害且豐產的品種為主，對品種品質之良窳較不重視，只一味追求稻穀產量豐收；再加以本省皆為小農制之農戶，施肥費用佔栽種成本比例很小，農民施肥習慣不易改變，這種種因素導致現今稻田之施肥量普遍偏高，尤其是對稻穀產量最有直接貢獻的氮肥最為嚴重。此施氮習性若不改善，可能對生產所謂的良質米會發生很大阻礙。氮肥對稻米品質之影響報告及論述很多，本研究擬就穀粒特性及碾米品質作論述，以再次闡明氮肥對稻穀生產品質之影響，希望能提供稻作實際生產者之參考。

稻穀容積重最主要取決於品種之遺傳特性，如芒的有無、粒型、穀粒光滑等，此外受充實度之影響甚巨，而稻穀之充實與營養供給有很大關聯。根據經濟部中央標準局新訂定之稻穀最低容積重標準稉稻一等為560g/l，秈稻為520g/l（詳見CNS2423號），而本研究第一期作稻穀容重之品種與氮肥間具有顯著交感效應，第二期作則不顯著（表1），第一期作各品種之稻穀容重隨施氮量增加而減少（表2），其中稉型參試品種當施氮量由100kg/ha增加至140kg/ha時，稻穀容重減少最顯著，就中以臺農67號於施氮量60kg/ha時之容積最重，然而亦無法達到一等稻穀之標準；臺中秈10號則於施氮量

140kg/ha與180kg/ha間稻穀容重差異最大，而即使於施氮量180kg/ha時之容重亦符合秈稻一等標準。第二期作之稻穀容重受施氮量之影響雖然不若第一期作明顯，然亦隨施氮量增加而減少，當施氮量由120kg/ha增加至150kg/ha時減少最顯著（表３），而且所有參試品種之所有處理的容重皆未達一等稻穀標準。顯見期作對稻穀之容積重影響甚劇，而中央標準局在訂定稻穀最低容積重時，似乎亦應將期作因素列入考慮方才合理。再則本試驗所使用之稉型品種的稻穀容積重皆無法達到一等稻穀標準，顯示中央標準局所訂定的稉稻稻穀容重可能太高，而未來在進行水稻品種改良時，對於稻穀容重該性狀亦應嚴加注意。

衆所周知，從事稻米加工之販賣者，其希望購得之稻穀是能碾製較多量糙米(尤其是高完整米率)之稻穀。新訂定之良質米的糙米標準必須在二等以上，一等糙米之完整米率需在75%以上，二等糙米之完整米率需在65%以上，秈稻之一等糙米需在70%以上，二等糙米需在60%以上（詳見 CNS2424號）。本試驗之完整米率其品種與氮肥間的交感效應，第一期作顯著，第二期作則不顯著（表１）。第一期作各別參試稉稻之完整米率與施氮量呈直線關係（圖１），臺農67號之完整米率於施氮量180 kg/ha時無法達到二等糙米的標準（表２），臺稉６號在施氮量超過100kg/ha時亦無法達到二等糙米標準，而臺稉２號之完整米率不受施氮量的影響，皆界於一等與二等糙米標準之間；臺中秈10號之完整米率對施氮量之反應與參試稉稻不同，施氮量於140kg/ha以上時完整米率皆達一等糙米的水準。第二期作各品種之完整米率對氮肥之反應差異不顯著，與施氮量不具直線關係，然而皆明顯較第一期作爲高，所有參試稉稻品種的各處理之完整米率均達到二等糙米標準，臺中秈10號之完整米率與施氮量的關係不顯著，但均達一等糙米的標準。顯示本試驗中氮肥對完整米率隨期作及品種之不同而有差異。整體而言，氮肥對參試稉稻之完整米率於第一期作有負面效果，第二期作有正面效應，對臺中秈10號之完整米率則無影響。宋(1)曾指出施氮量對完整米率有正面效果，原因乃施氮量延遲了水稻的成熟期，導致稻穀收穫水分增加所造成。本試驗之第二期作雖與宋氏的結果相同，但第一期作則正好相反。雖然本試驗未對收穫之試驗小區穀粒進行含水量測量，收穫時各小區稻穀成熟程度確有差異，稻穀之收穫水分互有不同，烘乾的過程相同，烘乾後之稻穀含水量差異亦在１%以內，唯有烘乾的時間長短有差異，而第一期作完整米率與稻穀容重呈顯著正相關，稻穀容重與穀粒充實程度有關，因此施氮量對完整米率之影響，第一期作可能因氮肥增加導致收穫時穀粒充實程度不佳有關。成熟期之日夜溫差對水稻碾米品質有很大影響(11)，郭等(8)曾依其試驗結果展延推定指出較低溫下（有限制）成熟之穀粒由於充實速率降低及充實期間延長致米粒澱粉顆粒之累積較緻密，使之更具碾白抵抗力而不易碎裂，提高完整米率。臺灣第一期作穀粒之充實期正值高溫，日夜溫差小，第二期作穀粒充實期時溫度較低，日夜溫差大，而本試驗之結果亦顯示第二期作之完整米率高於第一期作，與郭等推論相符。

蛋白質雖是決定稻米營養價值的最主要因素，尤以氨基酸中之離氨酸的含量最重要，宋及劉(3)指出土壤質地及施肥方法之不同，蛋白質含量差異可達６%。郭(6)亦歸納指出米粒蛋白質含量隨氮肥之施用量、施用方法、施用時期的不同而有顯著差異。近年來由於高蛋白質的米飯口感差，且米飯蛋白質並非人類攝取蛋白質之主要來源，近年來國內秈稉稻育種都有走向低蛋白質含量選拔的趨勢(3)，因此施氮量對米粒蛋白質含量之影響更顯重要。研究顯示兩期之米粒粗蛋白質在品種與施氮量交感效應均不顯著，品種間及施氮量間差異皆極顯著，同時粗蛋白質與氮肥用量呈直線關係，即含量隨施氮量增加而增加，在第一期作當施氮量由100kg/ha增加至140kg/ha，第二期作施氮量由90kg/ha增加至120kg/ha時粗蛋白質大幅增加。相同品種在第二期作之粗蛋白質高於第一期作，此結果與趙(12)指出米粒之蛋白質含量因栽培期作不同而異的結果相同。

含低量直鏈性澱粉之米粒，煮成飯時較粘而濕潤，較受本省消費者喜愛，因此，時下育成之新品種的直鏈性澱粉含量皆低。Juliano(19)指出同一品種因環境不同可達６%之差異。郭(8)亦指出品種間及栽培地點間米粒直鏈性澱粉含量差異顯著。本研究之同一品種的直鏈性澱粉含量在第二期作量高於

第一期作，第一期作直鏈性澱粉含量與施氮量呈直線關係，隨施氮量增加而減少，尤其於施氮量由100kg/ha增加至140kg N /ha時，所有品種之降低幅度最劇，施氮量140kg/ha及180kg/ha則差異不顯著，第二期作施氮量間差異不顯著。顯示於第一期作適當施用氮肥對降低米粒中之直鏈性澱粉含量有幫助，而第二期作栽種時期之氣溫及日照對米粒中直鏈性澱粉含量之影響遠大於氮肥作用效果，以致氮肥量之多寡對其影響表現不顯著。

『稻米生產企業化；稻農生活現代化；稻田生態自然化』是未來稻作發展方向，亦是我國進入關貿總協（GATT）後因應對稻作衝擊之最高指導原則，而持續提昇本省稻米品質、降低生產成本及避免過度污染環境是一具體的步驟。適度的減少使用氮肥即可降低生產成本，亦可減少對農地生態的破壞，雖然推廣的水稻品種皆訂定有氮肥施用推薦標準量，例如第一期作在中、南、東部爲120～140 kg N/ha，二期作約100～120kg N/ha，北部一期作爲110～130kg N/ha，第二期作80～100kg N/ha [16]，然一般農民爲追求高產均將施氮量提高許多。從本試驗結果顯示臺灣的中部地區第一期作氮肥施用量以不超過140kg/ha爲宜，第二期作則可降低至90kg/ha，收穫之稻穀產量及品質均有較佳表現，提高施用量對增加稻穀生產量不但幫助有限，而且會導致稻穀及稻米品質下降，得不償失。

誌 謝

本研究承臺中區農業改良場米質研究室協助米質分析，使本試驗得以順利進行，謹此致謝。

引用文獻

1. 宋勳。1980。施肥法影響水稻碾米品質之研究。臺中區農業改良場研究彙報新 3 ：220—223。
2. 宋勳、許愛娜、洪梅珠、方再秋、林國清、蕭光輝、江瑞拱、李超運、陳楚山、曾東海、楊遜謙。1988。良質米生產區域穩定性之探討。稻米品質研討會專集。199—219頁。臺中區農業改良場編印。
3. 宋勳、劉瑋婷。1996。稻米品質的影響因素與分級。稻作生產改進策略研討會專刊。133—160頁。臺灣省農業試驗所編印。
4. 侯福分。1988。肥料對稻米品質之影響。稻米品質研討會專集。242—248頁。臺中區農業改良場編印。
5. 洪順景。1994。稻米加工自動化編輯。稻米品質之檢驗及加工稻米品質鑑定係統簡介。行政院農業委員會編著。
6. 郭益全。1976。環境對米粒蛋白質含量之影響。國立中興大學農藝彙報 1 ： 1 — 4 。
7. 郭益全、劉清、王強生。1985。米粒蛋白質與顆粒澱粉含量之變異。中華農業研究 34：422—427。
8. 郭益全、劉清、卜瑞雄、鐘德月。1985。栽培地點與稻米品質性狀之表現。中華農業研究34：135—144。
9. 陳一心。1987。增施有機肥提高稻米品質之研究。40—62頁。75農建—2.2—糧—78計畫報告書。
10. 許愛娜、宋勳。1987。生產良質米之栽培法試驗。96—100頁。臺中區農業改良場76年度工作報告。
11. 許愛娜、宋勳。1988。稻米時味與其理化性質關聯性之探討。91—103頁。稻米品質研討會專集。臺中區農業改良場編印。
12. 趙政男。1972。水稻蛋白質含量雜種優勢之研究。臺灣農業 8 ：60—65。
13. Barber, S. and C. B. De Barber. 1979. Outlook for rice milling evalution systems. pp. 209-221. *In*：Proceeding of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality.

IRRI., Los Banos, Philippines.

14. Chamura, S., K. Kawase, E. Yokoyama and Y. Honda. 1972. Studies on the relation between the types of soil and palatability of paddy rice. I. The influence of chemical properties of various soil on the growth and palatability of paddy rice. Pro. Crop Sci. Soc. Japan 41 : 27-31.
15. De Datta, S. K., W. N.Obcemea and R. K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substituted ureas. Agron. J.64 : 785-789.
16. Gomez, K. A. and S. K. De Datta. 1975. Influence of environment on protein content of rice. Agron. J. 67 : 565-568.
17. Gomez, K. A. 1979 Effect of environment on protein and amylose content of rice. pp59 -68. in : Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality, IRRI. Los Banos, Philippines.
18. Jennings, P. R., W. R. Coffman and H. E. Kauffman. 1979. Grain quality. pp.101—120. in : Rice improvement. IRRI. Los Banos, Philippines.
19. Juliano, B. O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. pp.389—405. in:Rice Breeding. IRRI. Los Banos, Philippines.
20. Juliano, B. O., Luau Onate. M. Angelita and M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. Philippine Agriculturist. 56 : 44—47
21. Minami, M. and A. Dol. 1973. Physiochemical studies on the quality of Hiddaido rice, II. The relations between plant ability characters and protein content of the rice grain. Bulletin of Hokkaido Prefectual Agricultural Exp. Stat. 26 : 49—58.
22. Nagato, K., M. Ebata and M. Ishikawa. 1972. Protien contents of developing and mature rice grain. Proceedings of the Crop Science of Japan 41 (4) : 472—479.
23. Nangu, O. and S. K. De Datta. 1970. Effect of time of harvest and nitrogen level on yield and grain breakage in transplanted rice. Agron. J. 62 : 468—474.
24. Seetanu, W. and S. K. De Datta. 1973. Grain yield milling quality, and seed viability of rice as influenced by time of nitrogen application and time of harvest. Agron. J. 65 (3) : 390—394.
25. Webb, B. D., C. N. Bollich, N. E. Jodon, T. H. Johnsto, and D. H. Bowman. 1972. Evaluating the milling, cooking and processing characteristics required of rice varieties in the Unite States. USDA, ARSS-1,8p.
26. Webb, B. D. 1975. Cooking, processing and milling qualities of rice. pp. 97-106. in : Six decades of rice research in Texas Agri. Exp. Sta. Res. Monograph No.4 USA.
27. Yamashita, K. 1974. Fertilizers and rice quality, 2. Effects of nitrogen fertilizing on the eating quality and on some physicochemical properties of rice starch. Bulletin of the Tohoku National Agri. Exp. St. : 65—79.
28. Yamashita, K. and T. Fujimoto. 1974. Fertilizers and rice quality.3. Effecsts of phosphorus and potassium fertilizer on the eating quality and on some physico-chemical properties of rice starch, Bulletin of the Tohoku National Agri. Exp. St. : 81-90.

The Relationship between Grain Productivity and Nitrogen-fertilizer Rate of Currently Cultivated Rice Cultivars

II. The Effects of Different Nitrogen Rates on Volume Weight and Quality Traits in Rice[1]

Ming-Hsing Lai[2], Chen-Chang Chen[3], Yih-Chuan Kuo[4],
Chyr-Guan Chern[3], Chang-Pei Li[2], Tung-Hai Tseng[3] and Ying-Chun Lin[2]

Summary

In order to elucidate the relationship between nitrogen-fertilizer rate and grain productivity for currently cultivated rice cultivars of Taiwan, the field experiment was conducted at the experimental farm of Taiwan Agricultural Research Institute under four nitrogen rates (60, 100, 140, 180kg N/ha for the 1st rice crop ; 60, 90, 120, 150kg N/ha for the 2nd rice crop) in 1993 and 1994 using four rice cultivars, Tainung 67, Taikeng Nos. 2 and 6, and Taichung Sen 10 (TCS 10) as the experimental materials. This article presented is emphasizing on the performances of volume weights of paddy and brown rice, milling quality and physicochemical properties. In the 1st rice crop linear responses, increasing in amount of nitrogen fertilizer show decreasing in volume weight of paddy rice and head rice rate, were observed for all 3 sinica cultivars. On the other hand, quadratic and cubic responses to nitrogen were respectively indicated for volume weight and head rice rate of TCS 10, the indica cultivar. As to physicochemical properties evaluated, linear trends of effects of nitrogen rate were shown for those properties with the exception of gel consistency. However, trends were different depending on traits, that is, lower amylose content and higher protein content were observed as nitrogen rate increased. In the 2nd rice crop, it is indicated that as nitrogen rate increased, heavier volume weight of paddy rice was found for all rice cultivars except for Taikeng No. 2. Data indicated that the trends of both head rice tate and amylose content of milled rice due to different nitrogen fertilizer rates were not significant. In addition, higher protein content was indicated as nitrogen increased. From the results obtained, it might be concluded that decreasing in amount of nitrogen fertilizer could resulted in increasing in volume weight of paddy rice, but decreasing in protein content of milled rice, however, the effect of mitrogen rates to the performances of head rice rate and amylose content appear to be different, i. e. depending on crop seasons. Considering grain yield potential and quality, it is recommended that the optimal nitrogen-fertilizer rate is 140kg/ha for the 1st rice crop and 90kg/ha for the 2nd rice crop, respectively, Higher nitrogen rate should result in decreasing of grain quality of rice.

Key words : Rice, Nitrogen, Volume weight, Rice grain quality.

---

1. Contribution No. 1881 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
4. Rice Breeder, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.